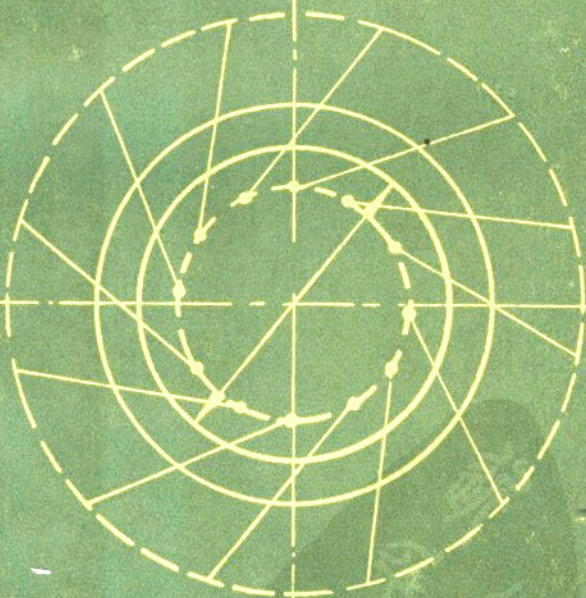


注浆技术经验汇编

煤炭工业出版社



1981年1月

注浆技术经验汇编

曾荣秀 崔增骥 周庆芬等 编著

煤炭工业出版社

82.7.17-263

内 容 提 要

本书主要介绍煤矿井筒的水文地质勘探及其涌水量的估计的经验,国内外注浆现状及其发展,各种复杂条件下,井筒中的第四系和基岩含水层的地面、工作面及井壁注浆经验,注浆泵改进和使用,各类注浆塞及注浆材料的研究和应用。

本书可供水文和工程地质条件复杂的地下工程施工中,从事采矿、水电、铁道、国防等工程注浆技术及有关人员、院校有关专业师生等参考。

责任编辑:孙金铎

注 浆 技 术 经 验 汇 编

曾荣秀 崔增骧 周庆芬等 编著

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街21号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 $14^{3/4}$ 插页2

字数319千字 印数1—1,990

1988年5月第1版 1988年5月第1次印刷

ISBN 7-5020-0110-7/TD·105

书号 2908

定价 3.00元

前 言

随着我国煤炭建设事业的发展，新建井的深度不断增加，矿井的水文地质条件比较复杂，给井筒施工带来了很大困难，因此，近十年来井筒治水任务很繁重。

经过广大基层工作者的共同努力，井筒治水工作取得很大成绩，与此同时，积累了大量的治水资料和经验，其中包括如何打井筒检查孔及井筒涌水量预估的经验，在复杂的水文地质条件下，怎样搞好地面、工作面及井壁注浆的经验，以及注浆机具和材料的研究及实际使用的经验等等。这些经验是花了很多“学费”、从正反面经验总结出来的，对指导今后注浆施工都具有十分重要的参考价值。

为发展今后注浆技术和提高我国治水工作者的技术水平，煤炭部基建司负责组织选择近十年来有代表性的经验文章29篇汇集成册，其中一篇是介绍国外注浆工作现状及其发展——重点介绍日本的旋喷法和苏联的综合注浆法。这些经验、方法值得我国从事地质、矿山、水电、铁道、国防、建筑工业部门的工程技术及有关人员学习和借鉴。

值得注意的是，通过近十年的研究，注浆领域出现一门新的注浆技术——直接堵漏注浆技术。该技术工艺设备简单、施工人员少，经过立井、斜井、平巷近40项工程的施工实践，经济效益十分显著，有关这方面经验，有待今后续编。

本汇编由基建司曾荣秀工程师、煤炭科学研究院崔增骥

工程师、淮北煤矿建设公司、煤炭部淮北注浆公司周庆芬工程师负责具体审稿工作。由于编者水平有限，书中不妥或错误之处，恳请读者批评指正。

目 录

前言

一、认真做好井筒工程的水文地质工作.....	1
二、用水文地质分析方法预估井筒基岩段的涌水量.....	14
三、国外注浆法凿井概况.....	26
四、九龙口煤矿北风井地面预注浆过断层的 工艺方法.....	51
五、薛村矿东翼入风井少孔地面预注浆.....	78
六、在砾石、砂质土中施工立井的水泥注浆法.....	84
七、工作面快速预注浆技术措施.....	95
八、淮北煤田淹井事故分析及其注浆堵水应用.....	109
九、淹井后的注浆工作.....	127
十、蒋庄副井工作面预注浆.....	145
十一、开滦林南仓矿副井工作面注浆的实践与 认识.....	157
十二、开滦钱家营矿副井软岩及断层带的工作面 预注浆.....	179
十三、冠山竖井井筒预注浆处理涌水总结.....	198
十四、白源煤矿风井水下浇筑止水垫及工作面注 浆.....	220
十五、黄槐立井软弱、破碎地层工作面预注浆.....	238
十六、平顶山八矿东风井注浆堵水.....	269
十七、金华山煤矿主斜井注浆总结.....	283

十八、控压注浆·····	292
十九、焦作矿区竖井壁后注浆·····	301
二十、鹤壁料石井筒壁后注浆·····	319
二十一、喷射混凝土井壁壁后注浆·····	338
二十二、井下防水闸墙防治渗漏注浆措施·····	360
二十三、注浆封堵井下突水点·····	376
二十四、浆状流态砂包土地层的注浆掘进·····	385
二十五、YSD-250/120型注浆泵的改进·····	392
二十六、YSB-250/120注浆泵的改进和使用·····	400
二十七、改造后用于注浆的兰州电动水泥泵·····	407
二十八、注浆工程中止浆塞的应用·····	412
二十九、注浆材料的研究及其应用·····	431

认真做好井筒工程的水文地质工作

曾 荣 秀

(一) 前言

随着井田开发深度的增加，井筒的水文地质条件也越加复杂，所以，查清井筒的水文地质条件对井筒的合理安全开凿极为重要。目前，井筒水文地质工作方面尚存在不少问题，尤其是井筒水文地质基础工作质量差和对井筒基岩段的涌水量预计误差大，这两个问题更为突出。这两个问题解决得好坏，关系到井筒是否治水，治水方法选择是否恰当的大问题。本文将着重谈谈如何做好井筒基岩段的水文地质工作。

(二) 井筒治水工作的意义

发展煤炭工业的核心问题是速度。过去建成一个90万吨的矿井，从地质详查到矿井投产约需20年，一个90~400万吨的大型矿井，如能提前一年建成，单是管理费和车间服务费两项费用即可节约400~1500万元。而决定矿井建设总工期的主要因素是井筒建设工期(约占矿井建设总工期的30%)和井下连锁巷道贯通工期。可见，井筒建设速度的快慢直接影响矿井建设工期的长短。近些年建设的井筒中，有不少是要通过第四系含水层，常采用冻结、帷幕等特殊凿井法施工，因此，通过第四系时，井筒涌水的问题较少。而在基岩

中存在含水层时，凿井中常常出大水，甚至淹井。据1981年
在建17个矿井（总建设能力3140万吨）的42个井筒统计，井
筒工程量只占全矿井工程量3~5%，建井工期却占全矿井建
设总工期的30~50%（不包括冻结工期）。例如建设速度比
较快的兴隆庄矿，井筒建设工期为44个月，占矿井建设总工
期的63%。42个井筒中有30个井筒需要作治水处理，其中20
个井筒淹井。就是在缺水的山西、陕西、宁夏地区建设井筒
时，也遇到了大量出水的情况。例如山西轩岗矿务局刘家梁
立井、潞安矿务局常村立井、宁夏石嘴山三号立井。有的井
筒开凿之后发生出水淹井事故而被迫停工进行处理，不仅影
响井筒掘进速度和施工质量，而且要增加资金费用和材料，
并拖延矿井投产期。例如蒋庄主、副井，临涣主井，潞安常
村立井均因掘进途中遇水治水而延误工期并且费用增加；黄
槐主、副立井治水长达三年，几乎无进尺、处理50m段高的
地下水费用达700万元，耗水泥约600万吨；玉田煤矿因治水
和其他原因，井筒开凿长达10年之久。近几年新建的石壕、
恩口一井和杏花立井等井筒速度较快，因为这些井筒的实际
涌水量均小于 $5\text{m}^3/\text{h}$ 。可见，作好井筒治水工作对缩短矿井
建设周期，提高技术经济效益无疑是具有重要意义的。

（三）井筒水文地质工作与治理井筒水的关系

近年来井筒施工中，发生水患的主要原因有以下几个方面。

1. 矿井开采条件变差

随着煤矿建设的发展，一些开采条件好的煤炭资源已多
被开采利用，余下的部分有的是煤种较差，有的处于交通不
便的边远地区，有的冲积层厚度大，有的受高压奥灰水威

胁，井田的地质、构造条件复杂，从而给矿井建设增加了困难。

2. 井筒水文地质条件日趋复杂

由于井型加大，井筒加深，井筒的水文地质条件日趋复杂。我国建井深度大致是：“一五”期间平均深度187m，最深353m；“六五”期间平均深度为500m，最深1100m。这些深井要穿过第四系含水层及砂岩、砾岩、石灰岩等基岩含水层，使井筒总涌水量加大；

3. 井筒水文地质工作落后

井筒穿过基岩段的裂隙含水层时，无论在岩层的富水性、渗透性及其空间分布，地下水的运动状态，以及在开采条件下的次生变化，都呈现着复杂关系。查清这些复杂关系情况，需要做深入细致的工作。这方面问题还没有引起有关部门的足够的重视，如果不能提供准确可靠的井筒水文地质资料，就不可能作出正确合理的凿井施工方案，必然会造成不应有的损失。

上述三种发生水患的原因中，其第三种原因是主要的。由于地质资料不准，治水工作带有盲目性。例如，有少部分井筒的涌水量并不大，但因盲目接受某些矿井的反面经验，为了保险，对基岩施以不必要的预处理措施，造成不应有的浪费；又如，有些井筒涌水量实际很大，却被盲目认为无大问题，因而采取不适当的施工方法，导致了凿井期间发生出水淹井事故，被迫停工处理，损失更为严重。许多实际经验和教训有力的说明，切实掌握准确可靠的井筒水文地质资料才是合理治好井筒涌水的基础。因此，加强井筒水文地质工作已是刻不容缓。

(四) 目前的井筒水文地质工作中的问题

1. 基础工作不扎实

《矿山井巷工程施工及验收规范》中规定：井筒施工前，必须打检查钻孔，查明井筒通过的地质剖面、岩（土）层含水性和稳定程度，据以最后确定井位和选择施工方案。各施工部门对这一规定的理解和认识并不一致。一种认识是把井筒水文地质工作看成只是打井检孔，即勘探部门在初定的井位上打井检孔，建立井筒中心的地质剖面，掘进井筒的水文地质情况，并作钻孔抽水试验，用地下水动力学中的有关公式计算井筒涌水量等。最后主要靠这一孔之见，对井位周围可能产生的其他制约条件，不作面上分析就提资料作结论。施工部门据此制定的施工措施便难免有误了；另一种认识，把作好井筒水文地质工作，认为就是作好井筒本身及井筒周围一定范围内的水文地质工作。这两种认识都是不全面的。即使是这样片面的认识，其工作也不够严格，从而不可能从井检孔中获得准确可靠的原始资料及工程评价资料。例如钱家营矿井筒水文地质条件复杂，主副井相距90多米，却只布置一个井检孔，这就很难查清井筒水文地质情况。再有施工要求不严，如打井检孔时按规定要求采用清水钻进，实际却采用泥浆护壁，钻完孔后泥浆又未作彻底清洗，致使抽水资料不准确。有的井筒穿过多层含水层，但未作分层抽水，甚至有的井检孔不作抽水及其他项目试验，不能取全、取准钻孔资料。

兴隆庄主井，掘凿过程中见有5个砂岩含水层，小时涌水量均在几十吨至120吨，但井检孔资料并未做任何评价，连是否有含水层也未提及。张双楼主副井均有5个含水层，

每个含水层中的井筒涌水量均大于 $50\text{m}^3/\text{h}$ ，但井检孔资料中却漏掉了两个含水层。潘三主副井井检孔查明从井深262~728m，共通过十一个含水层。勘探部门利用井深284~349m段中的第2、3、4、5等四个含水层的混合抽水资料，来预计所有含水层的井筒涌水量(见表1-1)。从表中可以看出，除第

表 1-1

含水层			预计井筒涌水量 (m^3/h)		施工方法	治水井段 (m)	注浆钻孔及实际涌水量 (m^3/h)
层序	起止深度 (m)	厚度 (m)	最大	最小			
1	262~264	2	9.1	8.0	冻结		
2	285~291	6	36.0	8.0	注浆	275~330	8° 57
3	291~298	7	45	9.0			5° 35
4	312~319	7	46	9.0			9° 41 其余8个孔小于10
5	336~353	17	120	24	注浆	330~375	12° 32.4, 3° 19.
6	355~370	15	115	23			10° 29, 6° 13, 8° 24, 1° 10, 其余6个孔<10
7	434~439	5	48	10	普通	375~728	370~728m 累计井筒最大涌水量 20
8	505~514	9	95	19			
9	534~545	11	121	24			
10	602~609	7	90	18			
11	718~728	10	150	30			

一含水层冻结外，根据要求其他含水层都要进行注浆预处理。但在凿井过程中，对原勘探资料又重新进行分析研究，确定只对井深380m以上的五个含水层注浆，确认下部5个含水层的原资料有误，采用了普通法凿井施工。施工中实测井筒涌水量均小于 $20\text{m}^3/\text{h}$ 。从而避免了一次较大的浪费。临涣矿打了三个井检孔，未作抽水试验，而采用了井田中其他专

门孔的资料计算井筒涌水量，得出：“基岩含水性较弱，绝大部分属于隔水性地层及弱透水性地层，井筒施工无大量涌水，适于普通法凿井”的结论，而井筒揭露后的实际情况证明了这个结论是不对的。

总之，基础工作不扎实的实例很多，因水文地质基础工作不扎实而造成各种施工困难问题，是很值得我们重视的。

2. 井筒基岩段的预计涌水量误差大

目前多用公式计算井筒涌水量，除公式本身及参数选择存在问题外，也与井筒水文地质工作做得不够有关，如前所述漏掉含水层或对含水层厚度、富水性、渗透性等参数的确定不准等。

（五）对作好井筒基岩水文地质工作的意见

1. 利用井田水文地质规律指导井筒的水文地质工作

井筒水文地质条件是受井田的水文地质条件的控制。掌握井田的水文地质特征，对查清井筒的水文地质特征十分重要。因此，首先应从井田勘探资料入手，研究全井田的地质构造，含水层的分布、埋藏、渗透性，地下水补给源及其相互关系等，继而研究分析井筒及其外围的水文地质情况，这就是先面后点的研究方法。例如，大屯、张双楼、三河尖矿井，均是在七十或八十年代建设的。开拓水平分别为 - 400 m、- 500 m、- 700 m，三个井田毗邻，均属大屯煤田（图 1-1）。它们所在的地形属黄淮冲积平原，地形标高均在 + 36 m 左右、气候、地质构造基本相似，都有较厚的第四系含水层，基岩中均有白垩侏罗系砂砾岩、石炭二叠系砂岩和上石炭系的薄层石灰岩裂隙和裂隙溶洞含水层。但是，各井田的第四系岩层富水程度及其与基岩的水力联系，基岩构造破坏



图 1-1 大屯煤田各井田分布示意图

程度，构造与井筒的相对位置等则有差异，反映出的水文地质特征也不尽一致。

1) 大屯井田

第四系岩层总厚度 110~233m，其中主井见 151m，有八层砂层含水层，第四系底部有 6~8m 粘土层与基岩接触；白垩侏罗系地层总厚度 530m，其中主井见 110m。此外，井筒还见到部分石炭二迭系地层。井田勘探资料中，白垩侏罗系中的砾岩在标高 -200m 以上显出异常(如井田内有 24 个揭露砾岩钻孔中见裂隙溶洞，大小约 0.1~14.7m，并有 38 处漏水，特别是浅部沿走向露头的所有钻孔都严重漏水，给钻探施工造成困难)。对此，地质报告中也指出：“……白垩侏罗系底部砾岩有丰富的溶洞裂隙水，分布在井田中部，大量的漏水孔在 -200m 以上。”全井田有 27 条断层，其中落差 (H) 大于 30m 的有 14 条。可见井田内 -200m 以上的水文地质条件较为复杂，鉴于井筒外 500m 范围内，不存在 $H > 30$ m 的断层 (图 1-2)，井筒与井田的水文地质特征基本上是一

致的。尽管井检孔抽水试验得出井筒无水的结论，而采用了普通法凿井，施工中在井深 220 m 以上出过四次大水，三次淹井，最大一次涌水量达 $210\text{m}^3/\text{h}$ 。井深 220 m 以下的井筒实际涌水量则小于 $4\text{m}^3/\text{h}$ 。这些证实了据井田地质资料分析所得出的结论是正确的，井检孔资料是不正确的。

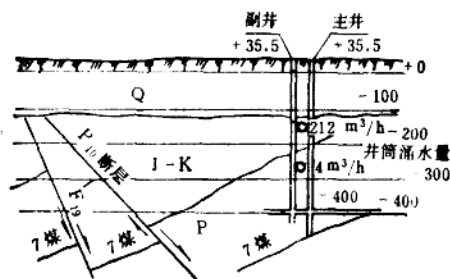


图 1-2 大屯矿井筒与断层相对位置关系剖面

2) 张双楼井田

第四系地层总厚度为 189~305 m，其中主井见 233 m，底部有较稳定、厚度约 10 m 的砂砾层，含水丰富，与基岩直接接触；白垩侏罗系总厚度 17~407 m，主井只见 50 m；在井深 280~560 m 穿过石盒子地层。井田勘探中，全区有 83 个漏水孔，其中石盒子地层有 20 个，漏水率 33%，断层带有 29 个漏水孔。有的钻孔漏水经多次处理无效，钻孔报废。全井因有 21 条断层，其中 $H > 30\text{m}$ 有 13 条。一般断层均切断第四系之下的所有地层，断层及石盒子组砂岩层含水丰富。地质报告的结论是：“第四系底部含水丰富，与基岩上部及断层水力联系好”。说明张双楼井田的水文地质条件要比大屯井田复杂。鉴于井筒 500 m 范围内存在 $H > 30\text{m}$ 的断层，且断层越

往深部越靠近井筒（图1-3），井筒水文地质特征既具有井田水文地质的一般规律，又具有自身的特性。总的看来，井筒水文地质条件复杂。但是井检孔资料只确定了在井深300~340m之间有三个含水层，预计总涌水量为 $25\text{m}^3/\text{h}$ ，据此而采用普通法凿井。

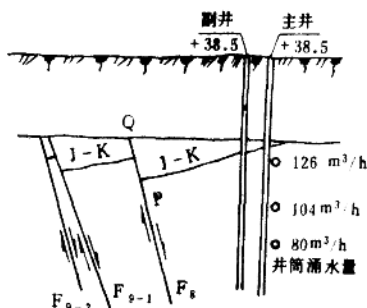


图 1-3 张双楼井筒与断层相对位置关系剖面

结果，在井深300~560m之间，共见到五个含水层，在井深500m处见到大裂隙，出了大水。除第一个含水层冻结外，其余每个含水层井筒涌水量都大于 $50\text{m}^3/\text{h}$ 。实践证明了前者结论正确，后者结论不正确。

3) 三河尖井田

第四系总厚度184~235m，其中井筒穿过215m，主要含水层在130m以上，底部粘土层普遍与基岩接触；白垩侏罗系厚度16~558m，井筒于215~590m通过该层，其下为石炭二迭系和上石炭系地层。全井田勘探钻孔共95个，其中有7个漏水，另有27个孔揭露断层但未见漏水。钻孔抽水水位恢复不了，水的矿化度较高。全井田 $H > 20\text{m}$ 的断层有13条，但断层一般未切割上覆的白垩侏罗系地层，砾岩及断层含水性差，与第四系的水力联系不好。此外在井筒500m范围内也不存在 $H > 30\text{m}$ 的断层，全井筒的水文地质条件比较简单。采用了普通法凿井。施工实践证明：正是在井深245~739m间，虽有300多米厚的裂隙发育的砂岩层（其中最后一

层厚50多米，全井筒总累计涌水量仅为 $4\text{m}^3/\text{h}$ ，还是来自上石炭系中的第四层石灰岩水（图1-4）。

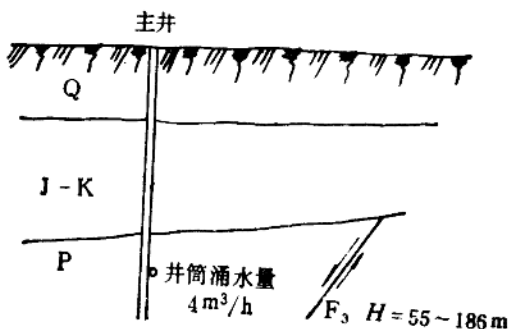


图 1-4 三河尖井筒与断层相对位置剖面图

以上三个井筒的施工实例说明，只要井田的水文地质情况清楚，井筒及其外围（附近）无断层，那么井筒的水文地质情况也大体上清楚了。如果在距井筒500m范围内有 $H > 30\text{m}$ 的断层，那么井筒水文地质条件就会比井田水文地质条件更复杂。因此，仅仅依据井田的水文地质条件判断井筒水文地质情况也是不够全面的。必须结合井筒及其周围的具体情况，进一步进行深入细致的分析研究，才能得出较正确的判断。

2. 认真查清井筒及其外围的水文地质情况

目前，因有相当一部分煤田被第四系松散层覆盖，井筒水文地质工作主要靠钻探，再配合测井、抽水试验及井筒检查孔的简易水文地质观测等办法来查清。因此，钻孔数的确定，孔位的选择非常重要。如果井田地质勘探质量较高，